

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-203317

(43)Date of publication of application : 19.07.2002

---

(51)Int.Cl.

G11B 7/0045  
G11B 7/125

---

(21)Application number : 2000-402928

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 28.12.2000

(72)Inventor : SHIBAHARA MASANORI  
KURIBAYASHI ISAMU

---

(54) OPTICAL RECORDING METHOD, OPTICAL RECORDER AND OPTICAL RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the jitter of a reproduced signal when the recording is made by plural linear speeds in a phase change type optical recording medium recordable with high density, especially in a write-once phase type medium.

SOLUTION: In this method for recording by the plural linear speeds or continuously changing linear speed, the recording waveform for modulating a recording light includes a DC part and a recording pulse part, and when the intensity of the DC part is expressed as  $P_{bi}$ , the width of an upward pulse is expressed as  $T_{mp}$ , the intensity thereof is expressed as  $P_w$ , and the  $P_w$ ,  $P_{bi}$ ,  $T_{mp}$  at the time of recording by the linear speed  $V_L$  are respectively expressed as  $P_{wL}$ ,  $P_{biL}$ ,  $T_{mpL}$ , and also when the  $P_w$ ,  $P_{bi}$  and  $T_{mp}$  at the time of recording by the linear speed  $V_H$  which is faster than  $V_L$  and satisfies  $1.1 \leq V_H/V_L$ , are respectively expressed as  $P_{wH}$ ,  $P_{biH}$ ,  $T_{mpH}$ , the recording is carried out under the condition satisfying the equations,  $1 < P_{biH}/P_{biL}$ ,  $(P_{biH}/P_{wH})/(P_{biL}/P_{wL}) < 1$ , and  $1 \leq T_{mpH}/T_{mpL}$ .

---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

. . . . .

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-203317  
(P2002-203317A)

(43) 公開日 平成14年7月19日(2002.7.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 1 1 B	7/0045	G 1 1 B	A 5 D 0 9 0
	7/125		C 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-402928(P2000-402928)

(22) 出願日 平成12年12月28日(2000.12.28)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 柴原 正典

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 栗林 勇

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100082865

弁理士 石井 陽一

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB03 CC01 CC14 DD03

EE01 KK04 KK05

5D119 AA23 BA01 BB02 DA01 EC09

(54) 【発明の名称】 光記録方法、光記録装置および光記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 高密度記録可能な相変化型光記録媒体、特に追記型の相変化型媒体において、複数の線速度で記録したときの再生信号のジッタを低減する。

【解決手段】 複数の線速度または連続的に変化する線速度で記録を行う方法であって、記録光を変調する記録波形は、直流部と記録パルス部とを有するものであり、直流部の強度を  $P_{bi}$ 、上向きパルスの幅を  $T_{mp}$ 、その強度を  $P_w$  とし、線速度  $V_L$  で記録を行う際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  をそれぞれ  $P_{wL}$ 、 $P_{biL}$  および  $T_{mpL}$  とし、 $V_L$  よりも速く、かつ、 $1 \leq V_H/V_L$  を満足する線速度  $V_H$  で記録を行う際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  をそれぞれ  $P_{wH}$ 、 $P_{biH}$  および  $T_{mpH}$  としたとき、 $1 < P_{biH}/P_{biL}$ 、 $(P_{biH}/P_{wH}) / (P_{biL}/P_{wL}) < 1$ 、 $1 \leq T_{mpH}/T_{mpL}$  を満足する条件で記録を行う光記録方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 相変化材料を含む記録層を有する光記録媒体に対し、記録波形により強度変調された記録光を用い、複数の線速度または連続的に変化する線速度で記録を行う方法であって、

前記記録波形は、直流部と、記録マークを形成するための記録パルス部とを有するものであり、直流部の強度を  $P_{bi}$  で表し、上向きパルスを少なくとも3つ有する記録パルス部において、先頭の上向きパルスと最後尾の上向きパルスとに挟まれた上向きパルスの幅を  $T_{mp}$ 、その強度を  $P_w$  で表し、

前記複数の線速度または前記連続的に変化する線速度の1つを  $V_L$  とし、線速度  $V_L$  で記録を行う際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  をそれぞれ  $P_{wL}$ 、 $P_{biL}$  および  $T_{mpL}$  とし、

前記複数の線速度または前記連続的に変化する線速度のうち  $V_L$  よりも速く、かつ、

$$1 \leq V_H / V_L$$

を満足する線速度の1つを  $V_H$  とし、線速度  $V_H$  で記録を行う際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  をそれぞれ  $P_{wH}$ 、 $P_{biH}$  および  $T_{mpH}$  としたとき、

$$1 < P_{biH} / P_{biL},$$

$$(P_{biH} / P_{wH}) / (P_{biL} / P_{wL}) < 1,$$

$$1 \leq T_{mpH} / T_{mpL}$$

を満足する条件で記録を行う光記録方法。

【請求項2】 相変化材料を含む記録層を有する光記録媒体に対し、記録波形により強度変調された記録光を用い、複数の線速度から選択される1つの線速度で記録を行う方法であって、

前記記録波形は、直流部と、記録マークを形成するための記録パルス部とを有するものであり、直流部の強度を  $P_{bi}$  で表し、上向きパルスを少なくとも3つ有する記録パルス部において、先頭の上向きパルスと最後尾の上向きパルスとに挟まれた上向きパルスの幅を  $T_{mp}$ 、その強度を  $P_w$  で表し、

前記複数の線速度の1つを  $V_L$  とし、線速度  $V_L$  で記録を行う際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  をそれぞれ  $P_{wL}$ 、 $P_{biL}$  および  $T_{mpL}$  とし、

前記複数の線速度のうち  $V_L$  よりも速く、かつ、

$$1 \leq V_H / V_L$$

を満足する線速度の1つを  $V_H$  とし、線速度  $V_H$  で記録を行う際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  をそれぞれ  $P_{wH}$ 、 $P_{biH}$  および  $T_{mpH}$  としたとき、

$$1 < P_{biH} / P_{biL},$$

$$(P_{biH} / P_{wH}) / (P_{biL} / P_{wL}) < 1,$$

$$1 \leq T_{mpH} / T_{mpL}$$

を満足する条件で記録を行う光記録方法。

【請求項3】 記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも3つ有するものにおいて、先頭の上向きパルスの幅を  $T_{top}$  で表し、

線速度  $V_L$  で記録を行う際の  $T_{top}$  を  $T_{topL}$  とし、線速度  $V_H$  で記録を行う際の  $T_{top}$  を  $T_{topH}$  としたとき、  
 $1 < T_{topH} / T_{topL}$

として記録を行う請求項1または2の光記録方法。

【請求項4】 記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも3つ有するものにおいて、最後尾の上向きパルスの幅を  $T_{lp}$  で表し、

線速度  $V_L$  で記録を行う際の  $T_{lp}$  を  $T_{lpL}$  とし、線速度  $V_H$  で記録を行う際の  $T_{lp}$  を  $T_{lpH}$  としたとき、

$$1 < T_{lpH} / T_{lpL}$$

として記録を行う請求項1～3のいずれかの光記録方法。

【請求項5】 線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、光記録媒体への試し書きによって決定される請求項1～4のいずれかの光記録方法。

【請求項6】 追記型の光記録媒体に適用される請求項1～5のいずれかの光記録方法。

【請求項7】 書き換え可能型の光記録媒体に適用され、記録に用いるレーザー光の波長を  $\lambda$ 、照射光学系の対物レンズの開口数を  $NA$ 、検出窓幅を  $T_w$ 、最短記録マークに対応する信号長を  $n \cdot T_w$  としたとき、記録に用いる最も速い線速度において

$$n \cdot T_w > 2.0 \text{ ns}$$

である請求項1～5のいずれかの光記録方法。

【請求項8】 相変化材料を含む記録層を有する光記録媒体に対し、記録波形により強度変調された記録光を用いて記録を行う方法であって、

前記記録波形は、直流部と、記録マークを形成するための記録パルス部とを有するものであり、直流部の強度を  $P_{bi}$  で表し、上向きパルスを少なくとも3つ有する記録パルス部において、先頭の上向きパルスと最後尾の上向きパルスとに挟まれた上向きパルスの幅を  $T_{mp}$ 、その強度を  $P_w$  で表し、

基準となる線速度と、この線速度における  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  の推奨値が与えられており、この基準となる線速度とは異なる線速度で試し書きを行うことにより、この試し書きの際の線速度またはこの線速度を含む線速度域において実際に情報を記録する際に実際に使用する  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  を決定するに際し、線速度  $V_L$  および

$$1 \leq V_H / V_L$$

を満足する線速度  $V_H$  の一方を前記基準となる線速とし、他方を前記試し書きの際の線速度とし、線速度  $V_L$  で記録を行う際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  をそれぞれ  $P_{wL}$ 、 $P_{biL}$  および  $T_{mpL}$  とし、線速度  $V_H$  で記録を行う際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  をそれぞれ  $P_{wH}$ 、 $P_{biH}$  および  $T_{mpH}$  としたとき、

$$1 < P_{biH} / P_{biL},$$

$$(P_{biH} / P_{wH}) / (P_{biL} / P_{wL}) < 1,$$

$$1 \leq T_{mpH} / T_{mpL}$$

を満足するように、試し書きの際の  $P_w$ 、 $P_{bi}$  および  $T_{mp}$  を設定する光記録方法。

【請求項 9】 記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも 3 つ有するものにおいて、先頭の上向きパルスの幅を  $T_{top}$  で表したとき、

前記基準となる線速度における  $T_{top}$  の推奨値が与えられており、線速度  $V_L$  で記録を行う際の  $T_{top}$  を  $T_{topL}$  とし、線速度  $V_H$  で記録を行う際の  $T_{top}$  を  $T_{topH}$  としたとき、

$$1 < T_{topH} / T_{topL}$$

を満足するように試し書きの際の  $T_{top}$  を設定することにより、この試し書きの際の線速度またはこの線速度を含む線速度域において実際に情報を記録する際に使用する  $T_{top}$  を求める請求項 8 の光記録方法。

【請求項 10】 記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも 3 つ有するものにおいて、最後尾の上向きパルスの幅を  $T_{lp}$  で表し、

前記基準となる線速度における  $T_{lp}$  の推奨値が与えられており、線速度  $V_L$  で記録を行う際の  $T_{lp}$  を  $T_{lpL}$  とし、線速度  $V_H$  で記録を行う際の  $T_{lp}$  を  $T_{lpH}$  としたとき、

$$1 < T_{lpH} / T_{lpL}$$

を満足するように試し書きの際の  $T_{lpH}$  を設定することにより、この試し書きの際の線速度またはこの線速度を含む線速度域において実際に情報を記録する際に使用する  $T_{lp}$  を求める請求項 8 または 9 の光記録方法。

【請求項 11】 追記型の光記録媒体に適用される請求項 8～10 のいずれかの光記録方法。

【請求項 12】 書き換え可能型の光記録媒体に適用され、記録に用いるレーザー光の波長を  $\lambda$ 、照射光学系の対物レンズの開口数を  $NA$ 、検出窓幅を  $T_w$ 、最短記録マークに対応する信号長を  $n \cdot T_w$  としたとき、記録に用いる最も速い線速度において

$$n \cdot T_w > 20ns$$

である請求項 8～10 のいずれかの光記録方法。

【請求項 13】 請求項 1～7 のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅を保持する光記録装置。

【請求項 14】 請求項 1～7 のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、各線速度について複数保持されており、これら複数のパルス強度およびパルス幅から、実際に使用するパルス強度およびパルス幅を選択するに際し、光記録媒体への試し書きを利用する光記録装置。

【請求項 15】 請求項 1～7 のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、

線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、それぞれの線速度の関数として定義されており、この関数を保持する光記録装置。

【請求項 16】 請求項 1～7 のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、それぞれの線速度の関数として定義され、この関数が各線速度について複数保持されており、これら複数の関数から、実際に使用する関数を選択するに際し、光記録媒体への試し書きを利用する光記録装置。

【請求項 17】 請求項 8～12 のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、前記基準となる線速度におけるパルス強度およびパルス幅の推奨値を保持する光記録装置。

【請求項 18】 請求項 1～7 のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が記録されている光記録媒体。

【請求項 19】 請求項 1～7 のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、各線速度について複数記録されており、これら複数のパルス強度およびパルス幅から、実際に使用するパルス強度およびパルス幅を選択するに際し、光記録媒体への試し書きが利用される光記録媒体。

【請求項 20】 請求項 1～7 のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、それぞれの線速度の関数として定義されており、この関数が記録されている光記録媒体。

【請求項 21】 請求項 1～7 のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、線速度  $V_L$  および線速度  $V_H$  のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、それぞれの線速度の関数として定義され、この関数が各線速度について複数記録されており、これら複数の関数から、実際に使用する関数を選択するに際し、光記録媒体への試し書きが利用される光記録媒体。

【請求項 22】 請求項 8～12 のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、前記基準となる線速度におけるパルス強度およびパルス幅の推奨値が記録されている光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、相変化型光記録媒

体等の光記録媒体と、これに記録する方法と、これに記録する装置とに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、高密度記録が可能で、しかも記録情報を消去して書き換えることが可能な光記録媒体が注目されている。書き換え可能型の光記録媒体のうち相変化型のものは、レーザービームを照射することにより記録層の結晶状態を変化させて記録を行い、このような状態変化に伴う記録層の反射率変化を検出することにより再生を行うものである。相変化型の光記録媒体は単一のレーザービームの強度を可変することによりオーバーライトが可能であり、また、駆動装置の光学系が光磁気記録媒体のそれに比べて単純であるため、注目されている。

【0003】オーバーライトによる書き換えが可能な相変化型媒体では、結晶質記録層に記録パワーレベルのレーザー光を照射して溶融させ、溶融状態から急冷することにより非晶質記録マークを形成する。消去に際しては、消去パワーレベルのレーザー光を照射して記録層の結晶化温度以上融点未満の温度まで昇温し、次いで徐冷することにより、非晶質記録マークを結晶化する。

【0004】ところで、光記録媒体には、1回だけ記録が可能で書き換えが不可能な追記型媒体もある。

【0005】追記型媒体は記録情報の書き換えが不可能であるため、情報の改竄が問題となる公文書等の記録に適している。追記型媒体としては、CD-RやDVD-Rなど、有機色素を記録材料とするものが広く用いられている。しかし、有機色素を記録材料とすると、媒体の線速度を速くして高速記録を行う場合に記録感度が不十分となりやすいので、高転送レートの実現が困難である。また、有機色素は、分光吸収特性や分光反射特性が比較的急峻であるため、記録・再生波長に対応した有機色素を使う必要がある。したがって、例えば、より短い波長の記録・再生光を使う上位フォーマットが存在する場合、上位フォーマット用の記録・再生光では下位フォーマットの媒体の記録・再生ができなくなるという問題がある。また、短波長の記録・再生光に対応する有機色素の設計および入手が難しいという問題もある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】オーバーライト可能な相変化媒体のうち実用化されているものとしては、例えばCD-RW、DVD-RW、DVD-RAMが挙げられる。CD-RWは、CD-DA（コンパクトディスク）と同等の640MBの記録容量をもつ。CD-RWでは、CD-DAの4～10倍の線速度範囲での記録が実用化されている。一方、DVD-ROMと同じ4.7GBの記録容量をもつDVD-RWおよびDVD-RAMでは、1倍速（オリジナル線速度）を基準として、その2倍を超える線速度での記録は実用化されていない。これは、DVD-RWやDVD-RAMの記録密度がCD-R

RWに比べ著しく高いために、広い線速度範囲でジッタを小さくできるようにオーバーライトすることが技術的に困難だからである。

【0007】有機色素を用いる追記型媒体では、記録に際して有機色素の分解が伴う。そのため、一般に、記録時の線速度を2倍にすると記録用レーザー光のパワーを $2^{1/2}$ 倍にする必要があるといわれている。これに対し相変化型媒体を追記型媒体として用いる場合、記録用レーザー光を照射した部分が融点に達すればよい。記録層はレーザー光を瞬時に吸収して融点に達するため、記録用レーザー光のパワーは記録時の線速度に大きくは依存しない。したがって、記録時の線速度を2倍にしても、記録用レーザー光のパワーはわずかな上昇で済むという利点がある。

【0008】しかし、本発明者らの研究によれば、相変化型媒体を追記型媒体として用いる場合も、広い線速度範囲においてジッタを小さくすることが困難であることがわかった。

【0009】本発明は、高密度記録可能な相変化型光記録媒体、特に追記型の相変化型媒体において、複数の線速度で記録したときの再生信号のジッタを低減することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)～(22)の本発明により達成される。

(1) 相変化材料を含む記録層を有する光記録媒体に対し、記録波形により強度変調された記録光を用い、複数の線速度または連続的に変化する線速度で記録を行う方法であって、前記記録波形は、直流部と、記録マークを形成するための記録パルス部とを有するものであり、直流部の強度をPbiで表し、上向きパルスを少なくとも3つ有する記録パルス部において、先頭の上向きパルスと最後尾の上向きパルスとに挟まれた上向きパルスの幅をT<sub>mp</sub>、その強度をPwで表し、前記複数の線速度または前記連続的に変化する線速度の1つをV<sub>L</sub>とし、線速度V<sub>L</sub>で記録を行う際のPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>をそれぞれPw<sub>L</sub>、Pbi<sub>L</sub>およびT<sub>mpL</sub>とし、前記複数の線速度または前記連続的に変化する線速度のうちV<sub>L</sub>よりも速く、かつ、

$$1. \quad 1 \leq V_H / V_L$$

を満足する線速度の1つをV<sub>H</sub>とし、線速度V<sub>H</sub>で記録を行う際のPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>をそれぞれPw<sub>H</sub>、Pbi<sub>H</sub>およびT<sub>mpH</sub>としたとき、

$$1 < Pbi_H / Pbi_L,$$

$$(Pbi_H / Pw_H) / (Pbi_L / Pw_L) < 1,$$

$$1 \leq Tmp_H / Tmp_L$$

を満足する条件で記録を行う光記録方法。

(2) 相変化材料を含む記録層を有する光記録媒体に対し、記録波形により強度変調された記録光を用い、複数の線速度から選択される1つの線速度で記録を行う方

法であって、前記記録波形は、直流部と、記録マークを形成するための記録パルス部とを有するものであり、直流部の強度をPbiで表し、上向きパルスを少なくとも3つ有する記録パルス部において、先頭の上向きパルスと最後尾の上向きパルスとに挟まれた上向きパルスの幅をT<sub>mp</sub>、その強度をPwで表し、前記複数の線速度の1つをV<sub>L</sub>とし、線速度V<sub>L</sub>で記録を行う際のPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>をそれぞれPwL、PbiLおよびT<sub>mp</sub>Lとし、前記複数の線速度のうちV<sub>L</sub>よりも速く、かつ、

$$1 \leq V_H / V_L$$

を満足する線速度の1つをV<sub>H</sub>とし、線速度V<sub>H</sub>で記録を行う際のPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>をそれぞれPwH、PbiHおよびT<sub>mp</sub>Hとしたとき、

$$1 < PbiH / PbiL,$$

$$(PbiH / PwH) / (PbiL / PwL) < 1,$$

$$1 \leq TmpH / TmpL$$

を満足する条件で記録を行う光記録方法。

(3) 記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも3つ有するものにおいて、先頭の上向きパルスの幅をT<sub>top</sub>で表し、線速度V<sub>L</sub>で記録を行う際のT<sub>top</sub>をT<sub>top</sub>Lとし、線速度V<sub>H</sub>で記録を行う際のT<sub>top</sub>をT<sub>top</sub>Hとしたとき、

$$1 < TtopH / TtopL$$

として記録を行う上記(1)または(2)の光記録方法。

(4) 記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも3つ有するものにおいて、最後尾の上向きパルスの幅をT<sub>lp</sub>で表し、線速度V<sub>L</sub>で記録を行う際のT<sub>lp</sub>をT<sub>lp</sub>Lとし、線速度V<sub>H</sub>で記録を行う際のT<sub>lp</sub>をT<sub>lp</sub>Hとしたとき、

$$1 < TlpH / TlpL$$

として記録を行う上記(1)～(3)のいずれかの光記録方法。

(5) 線速度V<sub>L</sub>および線速度V<sub>H</sub>のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、光記録媒体への試し書きによって決定される上記(1)～(4)のいずれかの光記録方法。

(6) 追記型の光記録媒体に適用される上記(1)～(5)のいずれかの光記録方法。

(7) 書き換え可能型の光記録媒体に適用され、記録に用いるレーザー光の波長をλ、照射光学系の対物レンズの開口数をNA、検出窓幅をTw、最短記録マークに対応する信号長をn・Twとしたとき、記録に用いる最も速い線速度において

$$n \cdot Tw > 20ns$$

である上記(1)～(5)のいずれかの光記録方法。

(8) 相変化材料を含む記録層を有する光記録媒体に対し、記録波形により強度変調された記録光を用いて記録を行う方法であって、前記記録波形は、直流部と、記録マークを形成するための記録パルス部とを有するもの

であり、直流部の強度をPbiで表し、上向きパルスを少なくとも3つ有する記録パルス部において、先頭の上向きパルスと最後尾の上向きパルスとに挟まれた上向きパルスの幅をT<sub>mp</sub>、その強度をPwで表し、基準となる線速度と、この線速度におけるPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>の推奨値が与えられており、この基準となる線速度とは異なる線速度で試し書きを行うことにより、この試し書きの際の線速度またはこの線速度を含む線速度域において実際に情報を記録する際に実際に使用するPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>を決定するに際し、線速度V<sub>L</sub>および

$$1 \leq V_H / V_L$$

を満足する線速度V<sub>H</sub>の一方を前記基準となる線速度とし、他方を前記試し書きの際の線速度とし、線速度V<sub>L</sub>で記録を行う際のPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>をそれぞれPwL、PbiLおよびT<sub>mp</sub>Lとし、線速度V<sub>H</sub>で記録を行う際のPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>をそれぞれPwH、PbiHおよびT<sub>mp</sub>Hとしたとき、

$$1 < PbiH / PbiL,$$

$$(PbiH / PwH) / (PbiL / PwL) < 1,$$

$$1 \leq TmpH / TmpL$$

を満足するように、試し書きの際のPw、PbiおよびT<sub>mp</sub>を設定する光記録方法。

(9) 記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも3つ有するものにおいて、先頭の上向きパルスの幅をT<sub>top</sub>で表したとき、前記基準となる線速度におけるT<sub>top</sub>の推奨値が与えられており、線速度V<sub>L</sub>で記録を行う際のT<sub>top</sub>をT<sub>top</sub>Lとし、線速度V<sub>H</sub>で記録を行う際のT<sub>top</sub>をT<sub>top</sub>Hとしたとき、

$$1 < TtopH / TtopL$$

を満足するように試し書きの際のT<sub>top</sub>を設定することにより、この試し書きの際の線速度またはこの線速度を含む線速度域において実際に情報を記録する際に使用するT<sub>top</sub>を求める上記(8)の光記録方法。

(10) 記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも3つ有するものにおいて、最後尾の上向きパルスの幅をT<sub>lp</sub>で表し、前記基準となる線速度におけるT<sub>lp</sub>の推奨値が与えられており、線速度V<sub>L</sub>で記録を行う際のT<sub>lp</sub>をT<sub>lp</sub>Lとし、線速度V<sub>H</sub>で記録を行う際のT<sub>lp</sub>をT<sub>lp</sub>Hとしたとき、

$$1 < TlpH / TlpL$$

を満足するように試し書きの際のT<sub>lp</sub>Hを設定することにより、この試し書きの際の線速度またはこの線速度を含む線速度域において実際に情報を記録する際に使用するT<sub>lp</sub>を求める上記(8)または(9)の光記録方法。

(11) 追記型の光記録媒体に適用される上記(8)～(10)のいずれかの光記録方法。

(12) 書き換え可能型の光記録媒体に適用され、記録に用いるレーザー光の波長をλ、照射光学系の対物レンズの開口数をNA、検出窓幅をTw、最短記録マークに対応する信号長をn・Twとしたとき、記録に用いる

最も速い線速度において

$$n \cdot T_w > 20 \text{ ns}$$

である上記(8)～(10)のいずれかの光記録方法。

(13) 上記(1)～(7)のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅を保持する光記録装置。

(14) 上記(1)～(7)のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、各線速度について複数保持されており、これら複数のパルス強度およびパルス幅から、実際に使用するパルス強度およびパルス幅を選択するに際し、光記録媒体への試し書きを利用する光記録装置。

(15) 上記(1)～(7)のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、それぞれの線速度の関数として定義されており、この関数を保持する光記録装置。

(16) 上記(1)～(7)のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、それぞれの線速度の関数として定義され、この関数が各線速度について複数保持されており、これら複数の関数から、実際に使用する関数を選択するに際し、光記録媒体への試し書きを利用する光記録装置。

(17) 上記(8)～(12)のいずれかの光記録方法を使用することが可能な光記録装置であって、前記基準となる線速度におけるパルス強度およびパルス幅の推奨値を保持する光記録装置。

(18) 上記(1)～(7)のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が記録されている光記録媒体。

(19) 上記(1)～(7)のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、各線速度について複数記録されており、これら複数のパルス強度およびパルス幅から、実際に使用するパルス強度およびパルス幅を選択するに際し、光記録媒体への試し書きが利用される光記録媒体。

(20) 上記(1)～(7)のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、それぞれの線速度の関数として定義されており、この関数が記録されている光記録媒体。

(21) 上記(1)～(7)のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度および

パルス幅が、それぞれの線速度の関数として定義され、この関数が各線速度について複数記録されており、これら複数の関数から、実際に使用する関数を選択するに際し、光記録媒体への試し書きが利用される光記録媒体。

(22) 上記(8)～(12)のいずれかの光記録方法が適用可能な光記録媒体であって、前記基準となる線速度におけるパルス強度およびパルス幅の推奨値が記録されている光記録媒体。

【0011】

【発明の実施の形態】一般に、相変化型光記録媒体に記録する際には、記録マークの長さに対応して記録光を直流的に照射するのではなく、例えば特開平10-106008号公報、特開平11-232652号公報、特開2000-155945号公報に記載されているように、マルチパルス記録を行うのが一般的である。

【0012】マルチパルス記録における記録波形の例を、図1に示す。なお、本明細書において記録波形とは、記録光を強度変調するための駆動信号パターンを意味する。図1には、NRZ I信号の5T信号と、この5T信号に対応する記録波形とを示してある。

【0013】図1において、Pwは記録パワー、Pbiはバイアスパワー、Pboはボトムパワーである。Pbiは、オーバーライト可能な記録システムでは、通常、消去パワーと呼ばれる。この記録波形は、記録マークを形成するための記録パルス部と、記録マークを消去するための直流部とを有する。記録パルス部は、上向きパルス(強度Pw)とこれに続く下向きパルス(強度Pbo)との組み合わせが繰り返される構造であり、全体としてはPbiから立ち上がり、Pbiに戻るものとなっている。すなわち、隣り合う記録パルス部は、直流部によって連結されている。

【0014】図1において、Ttopは先頭の上向きパルスの幅であり、Tmplは先頭の上向きパルスと最後尾の上向きパルスとに挟まれた上向きパルス(マルチパルスともいう)の幅であり、Tlpは最後尾の上向きパルスの幅であり、Tclは最後尾の上向きパルスの後ろに付加された下向きパルス(クーリングパルスともいう)の幅である。これらのパルス幅は、基準クロック幅(1T)で規格化した値で表される。図示する記録波形では、クーリングパルスを含むすべての下向きパルスのパワー(ボトムパワーPbo)がバイアスパワーPbiよりも低く設定されている。

【0015】図2に、4T信号の記録波形を示す。この記録波形における記録パルス部は、2つの上向きパルスと、それぞれの上向きパルスに続く下向きパルスとから構成される。この記録パルス部において、先頭の上向きパルスの幅はTtopで表され、先頭から2番目の上向きパルスの幅はTlpで表される。

【0016】また、図3に、EFMプラス(8-16)変調における最短信号である3T信号の記録波形を示



す。この記録波形における記録パルス部は、1つの上向きパルスと1つの下向きパルスとだけから構成される。この記録パルス部において、上向きパルスの幅は $T_{top}$ で表される。

【0017】本明細書におけるパルス幅は、基準クロック幅で規格化した規格化パルス幅である。線速度を変更しても変調方式を変更しない場合には、基準クロック幅を線速度に反比例して変更するため、同一信号の記録マークであれば、媒体上のマーク長は線速度によらず一定となる。すなわち、線記録密度(ビット密度)が一定となる。例えば、線速度を $1/2$ としたときには基準クロック幅を2倍とする。

【0018】本発明では、相変型媒体に対し、複数の線速度または連続的に変化する線速度で記録を行う。そして、これら複数の線速度または連続的に変化する線速度が存在する線速度域のすべてにおいてジッタを小さくするために、記録時の線速度に応じて、記録波形におけるパルス強度(パワーレベル)およびパルス幅を制御する。具体的には、以下のとおりである。

【0019】まず、前記複数の線速度または前記連続的に変化する線速度の1つを線速度 $V_L$ とし、前記複数の線速度または前記連続的に変化する線速度のうち $V_L$ よりも速く、かつ、

$$1 \leq V_H / V_L$$

を満足する線速度の1つを $V_H$ とする。また、記録パルス部のうち上向きパルスを少なくとも3つ有するものにおいて、線速度 $V_L$ で記録を行う際の $P_w$ 、 $P_{bi}$ および $T_{mp}$ をそれぞれ $P_{wL}$ 、 $P_{biL}$ および $T_{mpL}$ とし、線速度 $V_H$ で記録を行う際の $P_w$ 、 $P_{bi}$ および $T_{mp}$ をそれぞれ $P_{wH}$ 、 $P_{biH}$ および $T_{mpH}$ とする。このとき、本発明では、

$$1 < P_{biH} / P_{biL},$$

$$(P_{biH} / P_{wH}) / (P_{biL} / P_{wL}) < 1,$$

$$1 \leq T_{mpH} / T_{mpL}$$

を満足する条件で記録を行う。これにより、 $V_L$ に対する $V_H$ の比が大きい場合において、どちらの線速度で記録してもジッタを小さくすることができる。書き換え型媒体として用いる場合において線速度を速くした場合、結晶化のためにより大きなエネルギーが必要とされるため、線速度が速いほど $P_{bi}$ を大きくする。一方、追記型媒体として用いる場合において線速度を速くした場合、記録層の加熱の立ち上がりを補助するために、やはり $P_{bi}$ を大きくする。そして、書き換え型および追記型のいずれにおいても、線速度が速いほど $P_{bi} / P_w$ を小さくしないと、ジッタが大きくなってしまう。

【0020】上記した

$$(P_{biH} / P_{wH}) / (P_{biL} / P_{wL}) < 1$$

は、

$$P_{biL} / P_{wL} > P_{biH} / P_{wH}$$

と同義であり、したがって、

$$P_{wH} / P_{wL} > P_{biH} / P_{biL}$$

と同義である。すなわち本発明では、線速度が速くなるにしたがって $P_{bi}$ を増大させると共に $P_w$ も増大させ、かつ、 $P_w$ の増大率を $P_{bi}$ の増大率よりも高くする。これにより、広い線速度範囲においてジッタを許容範囲内に収めることが容易にできる。

【0021】なお、 $P_{bi} / P_w$ の制御によるジッタ低減は、追記型媒体において特に有効である。有機色素を記録材料とする媒体を用いる従来の追記型システムでは、マルチパルス記録を行うことは一般的である。しかし、従来の追記型システムにおいて、隣り合う記録パルス間に直流部を設け、かつ、そのパワーレベルを線速度に応じて制御することは提案されていない。

【0022】前記線速度 $V_L$ で記録を行う際の $T_{top}$ を $T_{topL}$ とし、前記線速度 $V_H$ で記録を行う際の $T_{top}$ を $T_{topH}$ としたとき、本発明では、好ましくは

$$1 \leq T_{topH} / T_{topL}$$

として、より好ましくは

$$1 < T_{topH} / T_{topL}$$

として記録を行う。これにより、線速度変化に伴うジッタ増大をさらに抑制することが可能となる。

【0023】また、前記線速度 $V_L$ で記録を行う際の $T_{lp}$ を $T_{lpL}$ とし、前記線速度 $V_H$ で記録を行う際の $T_{lp}$ を $T_{lpH}$ としたとき、本発明では、好ましくは

$$1 \leq T_{lpH} / T_{lpL}$$

として、より好ましくは

$$1 < T_{lpH} / T_{lpL}$$

として記録を行う。これにより、線速度変化に伴うジッタ増大をさらに抑制することが可能となる。

【0024】前記 $V_L$ および前記 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅は、 $P_{biH} / P_{biL}$ 、 $(P_{biH} / P_{wH}) / (P_{biL} / P_{wL})$ 、 $T_{mpH} / T_{mpL}$ 、 $T_{topH} / T_{topL}$ 、 $T_{lpH} / T_{lpL}$ が本発明で限定する範囲内となるように決定される。このようにして決定される各線速度におけるパルス強度およびパルス幅は、光記録装置が保持していてもよく、媒体に記録されていてもよい。すなわち、これらの値をテーブル化し、これを光記録装置内の記憶手段に格納しておいてもよく、媒体にあらかじめ記録しておいてもよい。また、テーブル化する替わりに、例えばそれぞれの線速度において使用するパルス強度およびパルス幅を、その線速度の関数として定義しておき、この関数を前記記憶手段に格納または媒体に記録しておいてもよい。

【0025】本発明は、CLV(Constant Linear Velocity)フォーマットにおいて複数の記録線速度に対応する必要がある、かつ、前記複数の線速度の違いが大きい場合に特に有効である。この場合の複数の線速度とは、通常、オリジナル線速度(例えばDVD-RWでは3.49m/s)およびその整数倍の線速度であるが、必ずしも整数倍である必要はない。また、前記複数の線速度に

オリジナル線速度が含まれる必要はなく、例えばオリジナル線速度の2倍以上、あるいは4倍以上の線速度だけに対応する高速記録システムに本発明を適用してもよい。

【0026】なお、本発明は、CLVフォーマットであって、かつ、複数の線速度に対応する記録システムにおいて、それぞれの線速度での記録条件同士の関係を定めたことに特徴をもつ。したがって、そのような記録システムに属する1つの媒体に対し、上記複数の線速度から選択された1つの線速度だけを用いて記録を行うことも、本発明に包含される。

【0027】また、本発明は、CAV (Constant Angular Velocity) フォーマットにも適用できる。CAVフォーマットでは、ディスク状媒体に対し回転数一定で記録を行うので、連続的に変化する線速度で記録を行うことになり、媒体の内周部よりも外周部において線速度が速くなる。なお、本明細書において、上記CLVフォーマットはMCLV (Modified CLV) フォーマットを包含するものとし、また、上記CAVフォーマットはMCAV (Modified CAV) フォーマットを包含するものとする。MCLVフォーマットおよびMCAVフォーマットについては、例えば1989年2月10日にラジオ技術社から刊行された「光ディスク技術」の第223ページに記載されている。

【0028】本発明では、線速度の増大または減少が連続的であっても、パルス強度およびパルス幅を連続的に制御する必要はない。例えばCAVフォーマットでの記録に際しては、線速度が連続的に変化するが、それに伴ってパルス強度およびパルス幅を連続的に変更する必要はなく、使用するパルス強度とパルス幅との組み合わせは数種程度であってよい。すなわち、CAVフォーマットにおける最低線速度と最高線速度との間を複数の線速度域に分割し、分割された各線速度域において、パルス強度とパルス幅との組み合わせを1つ設定すればよい。

【0029】直径12cm程度のディスク状媒体をCAV方式で使用する場合、最内周における線速度と最外周における線速度との比は一般に2〜3の範囲であり、通常は2.5程度である。この場合、設定される前記組み合わせの数は、好ましくは2以上より好ましくは3以上である。使用する組み合わせの数が少なすぎると、本発明の効果が不十分となる。一方、使用する組み合わせの数を多くしても、ジッタ低減効果は著しくは増大しないので、組み合わせの数が40を超える必要はない。ただし、線速度変化に対応してパルス強度およびパルス幅を連続的に変化させてもよい。

【0030】一方、CLVフォーマットでの記録に際しては、通常、線速度は2倍速、4倍速、6倍速、8倍速等の整数倍で変更され、 $V_H/V_L$  が比較的大きくなるので、各線速度においてパルス強度およびパルス幅を変化させることが好ましい。

【0031】前記 $V_H$ は、好ましくは

1.  $1 \leq V_H/V_L$ 、より好ましくは

1.  $2 \leq V_H/V_L$

が成立するように選択された線速度である。 $V_H/V_L$  が小さい場合には、両線速度においてパルス強度およびパルス幅を異なる値とする必要はない。一方、 $V_H/V_L$  が大きすぎる場合、本発明を適用しても十分な効果が得られにくくなるため、好ましくは

$V_H/V_L \leq 8$

とし、より好ましくは

$V_H/V_L \leq 4$

とする。

【0032】本発明では、CLVフォーマットにおいて特定の線速度で実際に記録する前に、その線速度で試し書きを行うことにより、実際の記録に使用するパルス強度およびパルス幅を決定する記録方法に適用できる。また、CAVフォーマットにおいて実際に記録する前に、少なくとも1つの線速度で試し書きを行うことにより、実際の記録に使用するパルス強度およびパルス幅を決定する記録方法に適用できる。

【0033】試し書きに際しては、パルス強度に関する各パラメータおよびパルス幅に関する各パラメータから少なくとも1つのパラメータを選択してその値を変更し、媒体に対し試し書きを行う。次いで、試し書きした信号を再生してエラーおよび/またはジッタを測定することにより、再生信号の品質を判定する。そして、品質が低ければ、そのパラメータを再び変更して、および/または、他のパラメータを変更して、再び試し書きを行う。この手順の繰り返しにより、実際に使用する記録条件の最適値を求める。ディスク状媒体では、通常、内周側から記録されるので、試し書きは少なくとも内周部において行い、好ましくは内周部および外周部において行う。特に、CAVフォーマットでは、内周部と外周部とで線速度がかなり異なるので、内周部および外周部の両方で試し書きを行うことが好ましい。なお、試し書きは、通常、データ記録領域とは別に設けた試し書き領域において行う。

【0034】以下、試し書きによって最適記録条件を決定する記録方法に本発明を適用する場合について説明する。

【0035】試し書きを利用する第1の方法では、線速度 $V_L$ および線速度 $V_H$ のそれぞれにおいて使用するパルス強度およびパルス幅が、各線速度について複数与えられている。そして、特定の線速度で記録する際に、その線速度での記録のために用意された複数のパルス強度およびパルス幅の組み合わせから、実際に使用するパルス強度およびパルス幅を選択するために、試し書きが利用される。また、第1の方法では、それぞれの線速度において使用するパルス強度およびパルス幅を、その線速度の関数として定義しておき、この関数が、各線速度につ

いて複数用意されていてもよい。この場合、各線速度で実際に利用する関数を、試し書きによって決定することになる。なお、各線速度のそれぞれについて用意された複数のパルス強度およびパルス幅の組み合わせまたは関数は、光記録装置が保持していてもよく、媒体に記録されていてもよい。

【0036】次に、試し書きを利用する第2の方法について説明する。第2の方法では、基準となる線速度が与えられ、かつ、その線速度におけるパルス強度およびパルス幅の推奨値が与えられている必要がある。まず、基準となる線速度を $V_L$ とし、試し書きに使用する線速度を $V_H$ とする。線速度 $V_H$ は、CLVフォーマットでは実際の記録に用いる線速度である。一方、CAVフォーマットでは、前記したように最低線速度と最高線速度との間を複数の線速度域に分割し、各線速度域の中央付近の線速度を試し書き線速度 $V_H$ とする。試し書き線速度 $V_H$ は、前記した $V_L$ と $V_H$ との関係と同様に、

1.  $1 \leq V_H/V_L$   
を満足するものである。線速度 $V_L$ における $P_w$ 、 $P_{bi}$ および $T_{mp}$ の推奨値を、それぞれ $P_{wL}$ 、 $P_{biL}$ および $T_{mpL}$ とし、線速度 $V_H$ で試し書きを行うときの $P_w$ 、 $P_{bi}$ および $T_{mp}$ を、それぞれ $P_{wH}$ 、 $P_{biH}$ および $T_{mpH}$ とすると、 $1 < P_{biH}/P_{biL}$ 、 $(P_{biH}/P_{wH}) / (P_{biL}/P_{wL}) < 1$ 、 $1 \leq T_{mpH}/T_{mpL}$   
を満足するように $P_{wH}$ 、 $P_{biH}$ および $T_{mpH}$ を設定して試し書きを行えばよい。これにより、基準線速度 $V_L$ より速い線速度 $V_H$ およびその近傍における最適記録条件に、短い手順で到達することが可能となる。

【0037】なお、 $T_{top}$ および $T_{lp}$ に関しても、同様に考えることができる。すなわち、基準となる線速度 $V_L$ における $T_{top}$ の推奨値として $T_{topL}$ が与えられており、線速度 $V_H$ で試し書きを行う際の $T_{top}$ を $T_{topH}$ としたとき、

$1 < T_{topH}/T_{topL}$   
を満足するように $T_{topH}$ を設定して試し書きを行うことにより、線速度 $V_H$ およびその近傍における $T_{top}$ の最適値を短い手順で求めることが可能となる。また、基準となる線速度 $V_L$ における $T_{lp}$ の推奨値として $T_{lpL}$ が与えられており、線速度 $V_H$ で試し書きを行う際の $T_{lp}$ を $T_{lpH}$ としたとき、 $1 < T_{lpH}/T_{lpL}$   
を満足するように $T_{lpH}$ を設定して試し書きを行うことにより、線速度 $V_H$ およびその近傍における $T_{lp}$ の最適値を短い手順で求めることが可能となる。

【0038】また、基準となる線速度よりも遅い線速度で記録する場合の試し書きに際しても、同様に本発明を適用することができる。この場合、まず、基準となる線速度を $V_H$ とし、試し書きに使用する線速度を $V_L$ とする。試し書き線速度 $V_L$ は、前記した $V_L$ と $V_H$ との関係

と同様に、好ましくは

1.  $1 \leq V_H/V_L$   
を満足するものである。また、線速度 $V_H$ における $P_w$ 、 $P_{bi}$ および $T_{mp}$ の推奨値を、それぞれ $P_{wH}$ 、 $P_{biH}$ および $T_{mpH}$ とし、線速度 $V_L$ で試し書きを行うときの $P_w$ 、 $P_{bi}$ および $T_{mp}$ を、それぞれ $P_{wL}$ 、 $P_{biL}$ および $T_{mpL}$ とすると、

$1 < P_{biH}/P_{biL}$ 、  
 $(P_{biH}/P_{wH}) / (P_{biL}/P_{wL}) < 1$ 、  
 $1 \leq T_{mpH}/T_{mpL}$   
を満足するように $P_{wL}$ 、 $P_{biL}$ および $T_{mpL}$ を設定して試し書きを行えばよい。これにより、基準線速度 $V_H$ より遅い線速度 $V_L$ およびその近傍における最適記録条件に、短い手順で到達することが可能となる。また、 $T_{top}$ および $T_{lp}$ に関しても、上記と同様に考えることができる。

【0039】なお、基準となる線速度およびその線速度におけるパルス強度およびパルス幅の推奨値は、試し書きに際して光記録装置が読み出せる状態であればよく、例えば、光記録装置が保持していてもよく、媒体に記録されていてもよい。なお、本明細書において、パルス強度およびパルス幅の推奨値とは、媒体メーカーが推奨する値、または、その記録システムの規格において規定された最適値ないし推奨値を意味する。

【0040】上記方法で使用する基準となる線速度は、本発明が適用される記録システムにおけるオリジナル線速度である必要はなく、任意の値であってよい。例えば、オリジナル線速度が3.5m/sの場合、基準となる線速度が2倍速の7m/sであってもよい。また、この記録方法を適用する場合、記録線速度は複数である必要はなく、基準となる線速度の例えば4倍の線速度だけで記録を行ってよい。

【0041】本発明が特に効果を発揮する線速度域は、 $V_H/V_L$ が上記範囲内であって、かつ、前記複数の線速度または前記連続的に変化する線速度の最低値が好ましくは2m/s以上、より好ましくは2.5m/s以上、さらに好ましくは3m/s以上である領域である。

【0042】 $V_H/V_L$ が上記範囲内であるときには、 $1 < P_{biH}/P_{biL} \leq 3$ 、 $0.5 \leq (P_{biH}/P_{wH}) / (P_{biL}/P_{wL}) < 1$ 、 $1 \leq T_{mpH}/T_{mpL} \leq 3$ 、 $1 \leq T_{topH}/T_{topL} \leq 3$ 、 $1 \leq T_{lpH}/T_{lpL} \leq 3$   
とすることが好ましく、

1.  $0.1 \leq P_{biH}/P_{biL} \leq 3$ 、  
 $0.5 \leq (P_{biH}/P_{wH}) / (P_{biL}/P_{wL}) \leq 0.99$ 、  
 $1.01 \leq T_{mpH}/T_{mpL} \leq 2$ 、  
 $1.01 \leq T_{topH}/T_{topL} \leq 2.5$ 、

1.  $0.1 \leq T_{lpH}/T_{lpL} \leq 3$

とすることがより好ましい。PbiH/PbiLが大きすぎたり、 $(PbiH/PwH)/(PbiL/PwL)$ が小さすぎたり、 $T_{mpH}/T_{mpL}$ が大きすぎたり、 $T_{topH}/T_{topL}$ が大きすぎたり、 $T_{lpH}/T_{lpL}$ が大きすぎたりすると、 $V_H/V_L$ が上記範囲である線速度域において、ジッタを小さくすることが困難となる。

【0043】本発明では、図2に示すように、記録パルス部に上向きパルスが2つ存在する記録波形においても、また、図3に示すように、記録パルス部に上向きパルスが1つだけ存在する記録波形においても、PbiH/PbiL、 $(PbiH/PwH)/(PbiL/PwL)$ および $T_{topH}/T_{topL}$ が上記した限定範囲内にあることが好ましく、図2に示すような記録波形では、 $T_{lpH}/T_{lpL}$ も上記した限定範囲内にあることが好ましい。

【0044】先頭の上向きパルスはバイアスパワーPbiから立ち上がるパルスなので、先頭の上向きパルスの幅 $T_{top}$ を他の上向きパルスの幅 $T_{mp}$ と同じにすると、記録層の温度上昇が不十分になって、所定長さの記録マークが得られにくいことがある。そのため、好ましくは $T_{top}/T_{mp} > 1$

とする。ただし、 $T_{top}/T_{mp}$ が大きすぎると、マルチパルス記録の効果が損なわれるので、好ましくは $T_{top}/T_{mp} \leq 3$

とする。また、最後尾の上向きパルスの幅 $T_{lp}$ を制御することにより、記録マークの長さの調整が可能である。ただし、 $T_{lp}/T_{mp}$ が小さすぎても大きすぎてもマルチパルス記録の効果が損なわれるので、通常、

$0.5 \leq T_{lp}/T_{mp} \leq 2$

となるように $T_{lp}$ を設定することが好ましい。

【0045】本発明では、記録パルス部において上向きパルスに続く下向きパルスの強度をPboで表したとき、 $Pbo \leq Pbi$

として記録を行うことが好ましい。これは、下向きパルス設けることによる効果を損なわないためである。ただし、下向きパルスのパワーレベルは、トラッキングサーボをかけるために0より大きいことが必要である。Pbo=Pbiとすれば、光記録装置が有する制御手段の負担を小さくできる。なお、すべての下向きパルスにおいてPboを同じとし、かつPbo=Pbiとしたとき、クーリングパルスは存在しなくなる。ただし、クーリングパルスは他の下向きパルスと独立して制御してもよい。

【0046】なお、先頭の上向きパルスの強度および最後尾の上向きパルスの強度は、これらに挟まれた上向きパルスの強度(Pw)と異なってもよい。先頭の上向きパルスの強度をPtopで表し、最後尾の上向きパルスの強度をPlpで表したとき、 $T_{top}$ を $T_{mp}$ より大きくする代わりにPtopをPwより大きくしたり、 $T_{lp}$ を $T_{mp}$ より大きくまたは小さくする代わりにPlpをPwより大きくまたは小さくしてもよい。また、 $T_{top}$ および $T_{lp}$

opを共に制御したり、 $T_{lp}$ およびPlpを共に制御したりしてもよい。ただし、光記録装置が有する制御手段の負担を小さくするためには、 $P_{top} = Pw$ とし、また、 $Plp = Pw$ とすることが好ましい。

【0047】本発明を書き換え型システムに適用する場合、バイアスパワーPbiは消去パワーとなるため、Pbiの下限は記録マークの結晶化が可能なように記録層の組成やオーバーライト線速度などに応じて決定すればよい。一方、Pbiの上限は、記録層が非晶質化しないように、また、繰り返し照射により記録層にダメージを与えないように決定すればよい。

【0048】本発明を追記型システムに適用する場合、バイアスパワーPbiは記録パワーPwの好ましくは3〜60%であって、かつ、1mW以上であることが好ましい。Pbiが低すぎると、記録層の加熱の立ち上がりを補助する効果が不十分となるため、ジッタが大きくなってしまう。一方、バイアスパワーPbiが高すぎると、バイアスパワーレベルのレーザー光を照射した領域が非晶質化または微結晶化してしまうことがあり、好ましくない。

【0049】なお、本発明では、信号長が同じであるすべての記録マークにおいて、 $T_{top}$ および $T_{lp}$ をそれぞれ同一とする必要はなく、例えば、直前の記録マークの長さに応じて記録マークごとに $T_{top}$ を適宜制御したり、直後の記録マークの長さに応じて記録マークごとに $T_{lp}$ を適宜制御したりする適応型制御を行ってもよい。

【0050】ところで、前記した特開平10-106008号公報、特開平11-232652号公報および特開2000-155945号公報には、マルチパルス記録において、線速度に応じてパルス幅およびパルス高さを制御することが記載されている。しかし、特開平10-106008号公報および特開平11-232652号公報には、Pbi、およびPbiとPwとの比を線速度に応じて制御することは記載されていない。また、特開2000-155945号公報には、本発明とは逆に $PbiL/PwL < PbiH/PwH$

とすることが記載されている。

【0051】この特開2000-155945号公報に記載された発明は、記録トラックピッチがDVDに比べ広いCD-RWへの適用を考えてなされたものであり、同公報ではCD-RWについて実験を行っている。これに対し本発明は、記録トラックピッチ0.74μmのDVD-RWと同等の記録トラックピッチまたはそれより小さい記録トラックピッチをもつ媒体を対象とするため、 $PbiL/PwL$ と $PbiH/PwH$ との関係が、特開2000-155945号公報とは全く逆となったと考えられる。なお、本発明は、記録トラックピッチ0.8μm以下の媒体に対し特に有効である。ただし、記録トラックピッチが狭すぎる媒体については、本発明を適用しても十分な効果が得られにくいので、本発明は記録ト

トラックピッチ  $0.1 \mu\text{m}$  以上の媒体に適用することが好ましい。

【0052】また、本発明は、特に追記型の相変化型媒体に有効であるため、上記特開 2000-155945 号公報に記載された書き換え型媒体とは異なる結果となったとも考えられる。前述したように本発明では、線速度が速くなるにしたがって  $P_{bi}$  を増大させると共に  $P_w$  も増大させ、かつ、 $P_w$  の増大率を  $P_{bi}$  の増大率よりも高くする。そして、本発明を追記型媒体に適用する場合、記録層の加熱の立ち上がりを補助するために  $P_{bi}$  を利用する。相変化型の追記型媒体では、結晶化しにくい記録層を用いる点が書き換え型媒体と異なり、この点において、 $P_w$  と同等の増大率で線速度に応じて  $P_{bi}$  を増大させると、ジッタに悪影響を与える記録マークの形状ばらつきなどが生じると考えられる。

【0053】本発明を書き換え可能型の相変化型媒体に適用する場合、記録に用いるレーザー光の波長を  $\lambda$ 、照射光学系の対物レンズの開口数を  $NA$ 、検出窓幅を  $T_w$ 、最短記録マークに対応する信号長を  $n \cdot T_w$  としたとき、記録に用いる最も速い線速度において  $n \cdot T_w > 20\text{ns}$

となるように記録を行うことが好ましい。すなわち、書き換え型媒体に記録する際に、最短記録マークに対応する信号長（以下、単に最短信号長ということがある） $n \cdot T_w$  が一定値以上である場合に、本発明は特に有効である。

【0054】最短信号長  $n \cdot T_w$  はデータ転送レートに関係する。 $n \cdot T_w$  を短くするためには、記録および再生に用いるレーザービームのスポット径を小さくして高密度記録を行ったり、記録線速度を速くしたりする必要がある。記録時のレーザー出力を一定に保った場合、記録線速度が速いほど記録層に熱が溜まりにくい。一方、ビームスポット径を小さくするためには、レーザー波長を短くしたり、レーザービーム照射光学系の対物レンズの開口数を大きくするが、その場合、レーザービームスポットの単位面積当たりのエネルギーが高くなるので、記録時に記録層に熱が溜まりやすくなる。したがって、記録層に熱が溜まりやすいかどうかは、ビームスポット径と記録線速度とに依存する。記録層に熱が溜まりやすいと、記録時に、記録層の面内方向への熱伝導により、形成した記録マークの一部が再結晶化してしまうセルフイレースが発生しやすくなる。セルフイレースが発生すると、ジッタが大きくなる。本発明者らの実験によれば、最短信号長  $n \cdot T_w$  が  $20\text{ns}$  を超える条件下では、記録線速度の影響が相対的に大きくなるため、上記セルフイレースが発生しにくく、 $n \cdot T_w$  が  $20\text{ns}$  以下となる条件下では、レーザービームスポット径を小さくした影響が相対的に大きくなるため、上記セルフイレースが発生しやすいことがわかった。そのため、 $n \cdot T_w$  が  $20\text{ns}$  以下である場合に、本発明にしたがって

$1 < P_{biH} / P_{biL}$

とすると、すなわち、線速度が速くなるほど  $P_{bi}$  を大きくすると、セルフイレースの影響が大きくなって、本発明によるジッタ低減効果が実現しにくくなる。なお、追記型の相変化型媒体ではセルフイレースが生じにくいいため、 $n \cdot T_w$  を実質的に考慮する必要はない。

【0055】最短信号長  $n \cdot T_w$  は、例えば 1-7 変調では 2T 信号に対応し、その場合には  $n = 2$  である。また、8-16 変調では 3T 信号に対応し、その場合には  $n = 3$  である。

【0056】記録波形において、上向きパルスとこれに続く下向きパルスとの組において上向きパルスの占める幅の比率、すなわちデューティー比は、好ましくは 0.3-0.9 である。このデューティー比が小さすぎると、高パワーのレーザー光が必要となるため、好ましくない。一方、このデューティー比が大きすぎると、記録マークの幅、長さ、形状に乱れが生じやすく、その結果、ジッタが大きくなりやすい。

【0057】なお、例えば前記特開 2000-155945 号公報に記載されているように、先頭の上向きパルスの直前に、消去パワーよりも低いパワーレベルの下向きパルス（余熱調節パルス）を設けてもよく、また、先頭の上向きパルスの直前に、これよりも強度の低い上向きパルスを設けることにより、記録層の温度上昇を補助する構成としてもよい。

【0058】本発明において、信号長  $kT$ （ $k$  は 1 以上の整数、 $T$  は基準クロック幅）の記録マークを形成するための記録パルス部の幅は、 $kT$  である必要はない。レーザー照射時間を  $kT$  とした場合、記録トラック長さ方向への熱伝導により記録マーク長が長くなりすぎることがあるため、一般には、記録パルス部の幅を実際の信号長よりも短くする。図 1-図 3 では、 $kT$  信号記録用の記録パルス部における上向きパルスの数を  $k-2$  としているが、これに限定されず、例えば  $k-1$  であってもよい。また、本発明において、変調方式は限定されない。

【0059】本発明はマークエッジ記録方式に適用される場合に、特に有効である。

【0060】なお、本発明において、追記型として使用される相変化型媒体が満足すべき条件としては、下記の第 1-第 4 の条件が挙げられる。相変化型媒体を追記型媒体として用いるためには、下記 4 条件のうちの少なくとも 1 つを満足する必要がある。

【0061】第 1 の条件は、相変化型の記録層を有する光記録媒体に対し、最短信号の  $CNR$  が 45dB 以上、好ましくは 48dB 以上となるように記録を行い、かつ、最短信号記録後、記録時と同じ線速度でその上から記録層を溶融させないパワーレベルのレーザー光を照射する消去動作を行った後において、最短信号のキャリアの低下が 20dB 以下、好ましくは 18dB 以下であることを意味する。キャリアの低下がこの範囲であれば、消去動作後

に再び記録した信号の読み取りが不可能となる。従来、相変化型媒体を追記型として利用できることは知られている。しかし、追記型として使用するために満足すべき条件は明確になっていなかった。書き換え可能な相変化型媒体では、消去率が25dB以上であれば、消去後に再記録可能であること、すなわち書き換えが可能であることが知られている。したがって、消去率が25dB未満であれば、書き換えが不可能、すなわち記録データを改竄できない、と推定される。しかし、本発明者らの研究によれば、消去率が25dB未満であっても最短信号のキャリアの低下が20dB以下でないと、消去動作後に再記録した信号が読み取れてしまうことがわかった。

【0062】本発明では、結晶質記録層に非晶質記録マークを形成する必要がある、一方、スパッタ法等の気相成長法により形成する場合、通常、相変化型記録層は非晶質層として形成される。そのため、記録前に、あらかじめ記録層の少なくとも記録対象領域を結晶化しておく必要がある。この結晶化は、一般に初期化と呼ばれる。しかし、形成直後の記録層は極めて結晶化しにくい。そのため、本発明において最短信号のキャリアの低下が著しく小さくなる設計とすると、すなわち、記録層の再結晶化が著しく困難となる設計とすると、初期化を極めて遅い線速度で行う必要が生じ、生産性が著しく低くなってしまう。この点を考慮すると、第1の条件において、消去動作による最短信号のキャリアの低下は5dB以上であることが好ましく、記録線速度が比較的遅い場合には前記キャリアの低下が10dB以上であることが好ましい。

【0063】第2の条件は、相変化型の記録層を有する光記録媒体に対しランダム信号を記録し、このランダム信号の記録領域において再生動作を行ったときに得られる最も高い反射レベルを $R_{ini}$ とし、前記ランダム信号の記録領域に、前記ランダム信号記録時と同じ線速度で直流レーザー光を照射して消去動作を行った後、その照射領域において再生動作を行ったときに得られる最も高い反射レベルを $R_{top}$ 、最も低い反射レベルを $R_{bottom}$ としたとき、

$$(R_{top} + R_{bottom}) / 2 R_{ini} < 1$$

を満足することであり、好ましくは

$$(R_{top} + R_{bottom}) / 2 R_{ini} \leq 0.95$$

を満足することである。なお、上記反射レベルとは、光学ヘッドへの戻り光量である。また、上記 $R_{ini}$ は、記録マーク間に存在する結晶質領域の反射レベルである。

【0064】第2の条件は、上記直流レーザー光のパワーレベルによらず満足される必要がある。すなわち、上記直流レーザー光が記録層を溶融させないものであっても溶融させるものであっても、 $(R_{top} + R_{bottom}) / 2 R_{ini}$ が上記範囲内に存在している必要がある。直流レーザー光が記録層を溶融させない場合において第2の条件が満足される場合、直流レーザー光照射により記録

層の固相での結晶化が不可能であることを意味する。一方、溶融させる場合において第2の条件が満足される場合、溶融状態から冷却したときに記録層が非晶質化することを意味する。これに対し書き換え可能な相変化型媒体に、パワーレベルを徐々に増大させながら直流レーザー光を照射すると、記録層が固相で結晶化ないし液相から結晶化するため、 $(R_{top} + R_{bottom}) / 2 R_{ini} \geq 1$ となるパワーレベルが存在することになる。

【0065】第3の条件は、相変化型の記録層を有する光記録媒体に対しランダム信号を記録し、前記ランダム信号に重ねて、前記ランダム信号記録時と同じ線速度で再びランダム信号を記録した後、再生動作を行ったときに、信号再生が不可能であることである。なお、上記ランダム信号は、最適記録条件で記録することが好ましい。この場合の最適記録条件とは、初期化直後の記録層に記録したときにジッタが最小となる記録条件であるか、媒体メーカー推薦の最適記録条件であるか、その媒体が属する規格において定められた最適記録条件である。

【0066】第4の条件は、相変化型の記録層を有する光記録媒体に対し、ランダム信号を記録し、前記ランダム信号の記録領域に前記ランダム信号記録時と同じ線速度で直流レーザー光を照射して消去動作を行い、その照射領域に再びランダム信号を記録した後、再生動作を行ったときに、信号再生が不可能であることである。なお、上記ランダム信号は、上記した最適記録条件で記録することが好ましい。

【0067】第4の条件は、上記直流レーザー光のパワーによらず満足される必要がある。すなわち、上記直流レーザー光が記録層を溶融させないものであっても溶融させるものであっても、上記直流レーザー光照射後に記録したランダム信号の再生が不可能である必要がある。直流レーザー光が記録層を溶融させない場合において第4の条件が満足される場合、直流レーザー光照射により記録層の固相での結晶化が不可能であることを意味する。一方、溶融させる場合において第4の条件が満足される場合、溶融状態から冷却したときに記録層が非晶質化することを意味する。これに対し書き換え可能な相変化型媒体では、直流レーザー光照射により記録層が固相で結晶化ないし液相から結晶化するため、どちらの場合でも直流レーザー光照射領域に対し再記録が可能である。

【0068】なお、本明細書において信号再生が不可能であるとは、クロックジッタが好ましくは13%超、より好ましくは15%超となることである。

【0069】光記録媒体の駆動装置において、記録・再生・消去用のレーザー光を強度変調する駆動信号には、記録周波数に比べ桁違いに高い高周波、例えば数百メガヘルツ程度の高周波が重畳されることが一般的である。本明細書における直流レーザー光は、このような高周波が重畳された直流信号によって駆動されるレーザー光を



包含する。

【0070】相変化型媒体を追記型媒体として使用するためには、記録線速度に応じて、記録層の結晶化速度および媒体の熱設計を制御すればよい。具体的には、非晶質記録マークの再結晶化が困難となるように、記録層を結晶化速度の遅い組成としたり、記録層が比較的速く冷却される構造、すなわち、急冷構造としたりすることが好ましい。大径のレーザービームを照射するバルクレーザーによって初期化を行う場合、小径のレーザービームを用いる記録時と異なり、媒体が急冷構造であっても記録層の冷却速度はそれほど速くならないため、初期化に要する線速度はそれほど低下しない。したがって、媒体を急冷構造とすれば、比較的速い線速度での初期化が可能で、かつ、比較的遅い線速度での記録が可能となる。なお、急冷構造とするためには、記録層上に、誘電体層を挟んで放熱層としての金属反射層を設ける構造とし、記録層の熱が反射層に速やかに伝導するように誘電体層を薄くしたり、誘電体層の熱伝導率および／または反射層の熱伝導率を高くしたりすればよい。

【0071】次に、本発明が適用される光記録媒体の構成例について説明する。

#### 【0072】図4に示す構造

本発明の光記録媒体の構成例を、図4に示す。この光記録媒体は、透光性基体2上に、第1誘電体層31、記録層4、第2誘電体層32、反射層5および保護層6をこの順で有し、記録または再生のためのレーザー光は、透光性基体2を通して入射する。

#### 【0073】透光性基体2

透光性基体2は、記録または再生のためのレーザー光に対し透光性を有する。透光性基体2の厚さは、通常、0.2～1.2mm、好ましくは0.4～1.2mmとすればよい。透光性基体2は樹脂から構成すればよいが、ガラスから構成してもよい。光記録媒体において通常設けられるグループ(案内溝)2Gは、レーザー光入射側から見て手前側に存在する領域であり、隣り合うグループ間に存在する凸条がランド2Lである。

【0074】本発明では、ランドおよび／またはグループを記録トラックとして利用することができる。

【0075】第1誘電体層31および第2誘電体層32これらの誘電体層は、記録層の酸化、変質を防ぎ、また、記録時に記録層から伝わる熱を遮断ないし面内方向に逃がすことにより、支持基体20や透光性基体2を保護する。また、これらの誘電体層を設けることにより、変調度を向上させることができる。各誘電体層は、組成の相異なる2層以上の誘電体層を積層した構成としてもよい。

【0076】これらの誘電体層に用いる誘電体としては、例えば、Si、Ge、Zn、Al、希土類元素等から選択される少なくとも1種の金属成分を含む各種化合物が好ましい。化合物としては、酸化物、窒化物または

硫化物が好ましく、これらの化合物の2種以上を含有する混合物を用いることもできる。

【0077】媒体を急冷構造としたい場合、誘電体層、特に第2誘電体層32を、熱伝導率の高い誘電体から構成することが好ましい。熱伝導率の高い誘電体としては、例えば硫化亜鉛と酸化ケイ素との混合物( $ZnS-SiO_2$ )、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、酸化タンタルなどが好ましく、特に、Alの酸化物および／または窒化物、Siの酸化物および／または窒化物が好ましい。 $ZnS-SiO_2$ としては、 $SiO_2$ を30～60モル%含有するものが好ましい。 $SiO_2$ 含有量が少なすぎると、熱伝導率が低くなりすぎる。一方、 $SiO_2$ 含有量が多すぎると、他の層との密着性が不十分となるため、長期間保存する際に層間の剥離が生じやすい。

【0078】急冷構造とする場合、第2誘電体層の熱伝導率は、好ましくは1W/mK以上、より好ましくは1.5W/mK以上である。第2誘電体層の熱伝導率の上限は特にないが、誘電体層として使用可能な材料は、通常、熱伝導率が20W/mK程度以下である。本明細書における第2誘電体層の熱伝導率は、薄膜状態での測定値ではなく、バルク材料での値である。

【0079】第1誘電体層および第2誘電体層の厚さは、保護効果や変調度向上効果が十分に得られるように適宜決定すればよいが、通常、第1誘電体層31の厚さは好ましくは30～300nm、より好ましくは50～250nmであり、第2誘電体層32の厚さは好ましくは10～50nmである。ただし、追記型媒体では、非晶質記録マークが結晶化しにくいように急冷構造とすることが好ましく、そのためには、第2誘電体層の厚さを好ましくは30nm以下、より好ましくは25nm以下とする。

【0080】各誘電体層は、スパッタ法により形成することが好ましい。

#### 【0081】記録層4

記録層の組成は特に限定されず、各種相変化材料から適宜選択すればよいが、少なくともSbおよびTeを含有するものが好ましい。SbおよびTeだけからなる記録層は、結晶化温度が130℃程度と低く、保存信頼性が不十分なので、結晶化温度を向上させるために他の元素を添加することが好ましい。この場合の添加元素としては、In、Ag、Au、Bi、Se、Al、P、Ge、H、Si、C、V、W、Ta、Zn、Ti、Sn、Pb、Pdおよび希土類元素(Sc、Yおよびランタノイド)から選択される少なくとも1種が好ましい。これらのうちでは、保存信頼性向上効果が特に高いことから、希土類元素、Ag、InおよびGeから選択される少なくとも1種が好ましい。

【0082】SbおよびTeを含有する組成としては、以下のものが好ましい。SbおよびTeをそれぞれ除く元素をMで表し、記録層構成元素の原子比を

式 I  $(Sb_xTe_{1-x})_{1-y}M_y$

で表したとき、好ましくは

$0.2 \leq x \leq 0.9$ 、

$0 \leq y \leq 0.4$

であり、より好ましくは

$0.5 \leq x \leq 0.85$ 、

$0.01 \leq y \leq 0.2$

である。具体的には、媒体を書き換え型として用いるか追記型として用いるかに応じ、かつ、記録線速度や媒体の熱設計に応じ、 $x$ を適宜決定すればよい。

【0083】書き換え型である場合、上記式 I において Sb の含有量を表す  $x$  が小さすぎると、結晶化速度が遅くなるため、比較的速い線速度での記録マークの消去が困難となる。また、記録層の結晶質領域での反射率が低くなるため、再生信号出力が低くなる。また、 $x$  が著しく小さいと、記録も困難となる。一方、 $x$  が大きすぎると、結晶状態と非晶質状態との間での反射率差が小さくなるため、再生信号出力が低くなってしまふ。

【0084】追記型である場合、 $x$  が小さすぎると、結晶化速度が遅くなりすぎるため、記録層の初期化が困難となる。また、記録層の結晶質領域での反射率が低くなるため、再生出力が低くなる。また、 $x$  が著しく小さいと、記録も困難となる。一方、 $x$  が大きすぎると、結晶化速度が速くなりすぎるため、追記型媒体の記録層としては不適当となる。また、 $x$  が大きすぎると、結晶状態と非晶質状態との間での反射率差が小さくなるため、再生出力が低くなってしまふ。

【0085】元素 M は特に限定されないが、保存信頼性向上効果を示す上記元素のなかから少なくとも 1 種を選択することが好ましい。元素 M の含有量を表す  $y$  が大きすぎると、結晶化速度が速くなりすぎたり、再生出力が低くなったりする。

【0086】記録層の厚さは、好ましくは 4 nm 超 50 nm 以下、より好ましくは 5 ~ 30 nm である。記録層が薄すぎると結晶相の成長が困難となり、結晶化が困難となる。一方、記録層が厚すぎると、記録層の熱容量が大きくなるため記録が困難となるほか、再生信号出力の低下も生じる。

【0087】記録層の形成は、スパッタ法により行うことが好ましい。

【0088】なお、本発明において記録層の構造は特に限定されない。例えば、特開平 8-221814 号公報や特開平 10-226173 号公報に記載された多層構造の記録層を有する媒体にも本発明は適用可能である。

【0089】ところで、本発明は、以下に説明する追記型媒体にも適用できる。この追記型媒体は、相変化層と機能層とが含まれる記録層を有する。相変化層は相変化材料を含有する。機能層は、相変化層に接して存在し、相変化層の結晶化温度付近の温度では相変化層と反応せず、相変化層の融点以上の温度で相変化層と反応して反

応生成物を生成するものである。この追記型媒体に記録を行うに際しては、形成直後の状態、すなわち非晶質状態の相変化層の全面を、結晶化（初期化）する。次いで、単一のレーザー光を強度変調しながら照射することにより、相変化層と機能層とを反応させて反応生成物を形成する。これにより、結晶質相変化層と機能層とからなる積層体中に、前記反応生成物からなる記録マークが存在することになる。

【0090】この追記型媒体では、相変化層の熔融と同時に相変化層と機能層とが反応して反応生成物が形成される。この反応生成物は、相変化層の結晶化温度まで昇温しても反射率が変化しない。すなわち、相変化層の非晶質領域に比べ、熱的に安定である。このように、反応生成物からなる記録マークは熱的に安定であるため、記録マークの保存信頼性および再生耐久性は良好である。通常の相変化型媒体では、記録時に、記録層の面内方向への熱伝導により、形成した記録マークの一部が再結晶化してしまうセルフイレース現象が生じたり、隣接トラックに存在する記録マークが消去されてしまうクロスイレースが生じたりする。これに対し、反応生成物からなる記録マークを形成する上記追記型媒体では、セルフイレースが実質的に生じないので、ジッタが極めて小さくなる。また、クロスイレースも実質的に生じないので、記録トラックピッチを詰めることができ、高密度記録が可能となる。

【0091】この追記型媒体において、相変化層の組成は特に限定されず、上記した相変化材料からなる記録層と同じであってよい。相変化層の厚さも、上記した相変化材料からなる記録層と同じであってよい。

【0092】次に、機能層について説明する。

【0093】機能層は、相変化層をその融点以上の温度まで昇温したときに相変化層と反応して、反応生成物を生成するものである。したがって、機能層構成材料は、相変化層の構成材料に応じて適宜選択すればよい。例えば上記した Sb および Te を主成分とする相変化材料を用いる場合、機能層構成材料は、その融点が好ましくは 400 ~ 1500℃、より好ましくは 500 ~ 1200℃であることが望ましい。このような材料としては、例えば Al、Cu、Ag および Ge の少なくとも 1 種を含有する金属（単体または合金）が挙げられる。機能層構成材料の融点が低すぎると、相変化層を結晶化すべき領域、すなわち相変化層と機能層とを反応させてはならない領域において反応が生じやすくなってしまふため、好ましくない。一方、機能層構成材料の融点が高すぎると、相変化層と機能層との反応が生じにくくなる。ただし、融点が上記した好ましい範囲内にあっても、15 (Vb) 族および 16 (VIb) 族の金属元素、特に相変化層に含まれる元素および相変化層構成元素と反応しやすい元素 (Sb、Bi および Te) は、相変化層と比較的低温で反応しやすい。そのため、これらの元素が含有さ



れていると、低パワーレベルのレーザー光照射領域において反応を生じさせずに相変化層の結晶化だけを生じさせることが困難となる。すなわち、結晶化させたい領域において、相変化層の組成が変わってしまう。そのため、これらの元素は機能層の主成分元素としては用いないことが好ましく、これらの元素が機能層に含まれないことがより好ましい。

【0094】機能層は前記したように反射率が高いことが好ましく、具体的には、記録・再生波長における消衰係数が好ましくは1.5以上、より好ましくは2.0以上である。本発明において消衰係数の上限は特にないが、機能層を構成する金属の消衰係数は、通常、10以下である。

【0095】上記追記型媒体における反応生成物は、相変化層構成材料と機能層構成材料とが混合および／または化合したものである。透過型電子顕微鏡では、通常、この反応生成物は結晶質ではなく、非晶質状態、微結晶状態、または、微結晶を含む非晶質状態として観察される。反応生成物が結晶質でなければ、反応生成物が生成した領域における媒体の光反射率を、相変化層の結晶化領域よりも低くすることが容易であり、相変化層の非晶質領域より低くすることも容易である。

【0096】反応生成物は、相変化層の結晶化温度まで加熱しても状態に変化は生じず、反射率は変わらない。すなわち、この反応生成物からなる記録マークは、結晶質である相変化層の非晶質化によって形成される記録マーク、および、形成直後で非晶質である相変化層に比べ、熱的に安定である。反応生成物は、さらに高温まで加熱しても変化せず、最終的には熔融する場合が多いが、融点より低い温度において固相で結晶化する場合もある。熔融や結晶化によって反応生成物に光学的変化が生じる温度は、相変化層の結晶化温度 ( $T_{cry}$ ) より高ければよいが、好ましくは  $T_{cry} + 50^{\circ}\text{C}$  以上である。

【0097】相変化層と機能層とを反応させて反応生成物を形成する際に、相変化層および機能層は、厚さ方向の全域において反応しなくてもよい。すなわち、反応後、相変化層および／または機能層が、厚さ方向において一部残存していてもよい。

【0098】なお、図示例では、相変化層と機能層との積層順は特に限定されない。

【0099】上記追記型媒体における記録層は、1層の相変化層と1層の機能層とから構成されていてもよいが、少なくとも一方を2層以上設ける多層構造としてもよい。記録層中に相変化層と機能層とが合計で3層以上存在する場合、記録層は、相変化層と機能層とが交互に同数積層された偶数層構成であってもよく、記録層の厚さ方向両端が同種の層となるように交互に積層された奇数層構成であってもよい。両層の積層数が多すぎると記録層が厚くなりすぎるので、記録層中における両層の間の界面の数は、10以下とすることが好ましい。

【0100】記録層を多層構造とする場合において相変化層を2層以上設ける場合、隣り合う2層の相変化層を、機能層によって熱的に遮断することが可能である。したがって、例えば機能層を挟んで相変化層を2層設ける場合には、記録光のパワーを制御することにより、記録光入射側に存在する一方の相変化層を結晶化し、他方の相変化層を非晶質のまま維持することが可能である。この領域を第1の記録マークとし、より高パワーの記録光を用いることにより両方の記録層を結晶化してそこを第2の記録マークとし、さらに高パワーの記録光を用いることにより反応生成物を生成してそこを第3の記録マークとすれば、4値記録を行うことができる。相変化層の数を増やせば、さらなる多値記録が可能である。

#### 【0101】反射層5

反射層構成材料は特に限定されず、通常、Al、Au、Ag、Pt、Cu、Ni、Cr、Ti、Si等の金属または半金属の単体あるいはこれらの1種以上を含む合金などから構成すればよい。

【0102】媒体を急冷構造としたい場合、熱伝導率の高い材料から反射層を構成することが好ましい。熱伝導率の高い材料としては、AgまたはAlが好ましい。しかし、AgまたはAlの単体では十分な耐食性が得られないため、耐食性向上のための元素を添加することが好ましい。

【0103】ただし、他の元素を添加すると熱伝導率が低下するため、その場合には熱伝導率のより高いAgを主成分元素として用いることが好ましい。Agに添加することが好ましい副成分元素としては、例えば、Mg、Pd、Ce、Cu、Ge、La、S、Sb、Si、TeおよびZrから選択される少なくとも1種が挙げられる。これら副成分元素は、少なくとも1種、好ましくは2種以上用いることが望ましい。反射層中における副成分元素の含有量は、各金属について好ましくは0.05～2.0原子%、より好ましくは0.2～1.0原子%であり、副成分全体として好ましくは0.2～5原子%、より好ましくは0.5～3原子%である。副成分元素の含有量が少なすぎると、これらを含むことによる効果が不十分となる。一方、副成分元素の含有量が多すぎると、熱伝導率が小さくなってしまう。

【0104】急冷構造とする場合、反射層の熱伝導率は、好ましくは100 W/mK以上、より好ましくは150 W/mK以上である。熱伝導率は、例えば、4探針法を用いて求めた反射層の電気抵抗値から、Wiedemann-Franzの法則により算出することができる。反射層の熱伝導率の上限は特にない。すなわち、反射層構成材料として使用可能なもののうち最も高い熱伝導率を有する純銀(熱伝導率250 W/mK)も使用可能である。

【0105】反射層の厚さは、通常、10～300 nmとすることが好ましい。厚さが前記範囲未満であると十分な反射率を得にくくなる。また、前記範囲を超えても反

射率の向上は小さく、コスト的に不利になる。反射層は、スパッタ法や蒸着法等の気相成長法により形成することが好ましい。

#### 【0106】保護層6

保護層6は、耐擦傷性や耐食性の向上のために設けられる。この保護層は種々の有機系の物質から構成されることが好ましいが、特に、放射線硬化型化合物やその組成物を、電子線、紫外線等の放射線により硬化させた物質から構成されることが好ましい。保護層の厚さは、通常、0.1~100 $\mu\text{m}$ 程度であり、スピコート、グラビア塗布、スプレーコート、ディッピング等、通常の方法により形成すればよい。

#### 【0107】図5に示す構造

本発明の光記録媒体の構成例を、図5に示す。この光記録媒体は、支持基体20上に、金属または半金属から構成される反射層5、第2誘電体層32、記録層4、第1誘電体層31および透光性基体2を、この順で積層して形成したものである。記録または再生のためのレーザー光は、透光性基体2を通して入射する。なお、支持基体20と反射層5との間に、誘電体材料からなる中間層を設けてもよい。

【0108】この構成例における透光性基体2には、図4における透光性基体2と同程度の厚さの樹脂板やガラス板を用いてもよい。ただし、記録再生光学系の高NA化によって高記録密度を達成するためには、透光性基体2を薄型化することが好ましい。その場合の透光性基体の厚さは、30~300 $\mu\text{m}$ の範囲から選択することが好ましい。透光性基体が薄すぎると、透光性基体表面に付着した塵埃による光学的な影響が大きくなる。一方、透光性基体が厚すぎると、高NA化による高記録密度達成が難しくなる。

【0109】透光性基体2を薄型化するに際しては、例えば、透光性樹脂からなる光透過性シートを各種接着剤や粘着剤により第1誘電体層31に貼り付けて透光性基体としたり、塗布法を利用して透光性樹脂層を第1誘電体層31上に直接形成して透光性基体としたりすればよい。

【0110】支持基体20は、媒体の剛性を維持するために設けられる。支持基体20の厚さおよび構成材料は、図4に示す構成例における透光性基体2と同様とすればよく、透明であっても不透明であってもよい。グループ2Gは、図示するように、支持基体20に設けた溝を、その上に形成される各層に転写することにより、形成できる。

【0111】図5に示す構造の媒体では、反射層5形成時の結晶成長により、レーザー光入射側における反射層の表面粗さが大きくなりやすい。この表面粗さが大きくなると、再生ノイズが増大する。そのため、反射層の結晶粒径を小さくしたり、反射層を非晶質層として形成したりすることが好ましい。そのためには、AgまたはA

1を主成分とし、かつ、前記した添加元素を含有する反射層が好ましい。

【0112】なお、反射層の熱伝導率は、結晶粒径が小さいほど低くなるため、反射層が非晶質であると、記録時に十分な冷却速度が得られにくい。そのため、反射層をまず非晶質層として形成した後、熱処理を施して結晶化させることが好ましい。いったん非晶質層として形成した後結晶化すると、非晶質のときの表面粗さをほぼ維持でき、しかも、結晶化による熱伝導率向上は実現する。

【0113】このほかの各層は、図4に示す構成例と同様である。

#### 【0114】

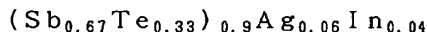
##### 【実施例】実施例1

図4に示す構造をもつ光記録ディスクサンプルを、以下の手順で作製した。

【0115】透光性基体2には、射出成形によりグループ(幅0.2 $\mu\text{m}$ 、深さ20nm、配列ピッチ0.74 $\mu\text{m}$ )を同時形成した直径120mm、厚さ0.6mmのディスク状ポリカーボネートを用いた。

【0116】第1誘電体層31は、ZnS(85モル%)—SiO<sub>2</sub>(15モル%)ターゲットを用いてAr雰囲気中でスパッタ法により形成した。第1誘電体層の厚さは90nmとした。

【0117】記録層4は、合金ターゲットを用い、Ar雰囲気中でスパッタ法により形成した。記録層の組成(原子比)は、



とした。記録層の厚さは20nmとした。

【0118】第2誘電体層32は、第1誘電体層31と同様に形成した。第2誘電体層の厚さは20nmとした。

【0119】反射層5は、Ar雰囲気中においてスパッタ法により形成した。ターゲットにはAl—1.7原子%Cr合金を用いた。反射層の厚さは100nmとした。

【0120】保護層6は、紫外線硬化型樹脂をスピコート法により塗布後、紫外線照射により硬化して形成した。保護層の厚さは5 $\mu\text{m}$ であった。

【0121】このようにして作製したサンプルをバルクイレーザーにより初期化(結晶化)した後、光記録媒体評価装置(パルステック社製DDU-1000)を用い、

レーザー波長: 635nm、

開口数: 0.60、

記録信号: EFMプラス(8-16)変調のランダム信号、

の条件で、グループに信号を記録し、次いで、記録信号の再生を行った。記録時の線速度V、Pw、Pbi、Pbi/Pw、Pbo、T<sub>mp</sub>、T<sub>top</sub>およびT<sub>lp</sub>と、再生信号のジッタとを表1に示す。なお、マルチパルスにおいて、

上向きパルスの幅と下向きパルスの幅との合計は1 Tとした。したがって、デューティー比は $T_{mp}$ と等しい。また、図2および図3にそれぞれ示される記録波形では、 $T_{mp}$ 以外のパラメータを図1に示される記録波形と同じとした。また、この記録の際の最短信号長 $n \cdot T_w$ は、線速度 $V$ が14 m/sのときに28.7 nsである。

【0122】表1に示すジッタは、再生信号をタイムインターバルアナライザ（横河電機株式会社製）により測定し、ウインドウ幅を $T_w$ として

$\sigma/T_w$  (%)

により算出したクロックジッタである。このクロックジッタは、基準クロック幅（1 T）に対応する周波数に対する再生信号の時間的揺らぎである。チルトマージンを考慮しても、すなわちディスクのチルトによるジッタ増大を見込んでも、無チルト時のクロックジッタが9%以下であれば信号品質に問題はないといえる。

【0123】

【表1】

ケース No.	V (m/s)	N (V/3.5)	Pw (mW)	Pbi (mW)	Pbi/Pw	Pbo (mW)	Tmp (T)	Ttop (T)	Tlp (T)	ジッタ (%)
101	3.5	1	12.5	4.5	0.360	0.5	0.40	0.60	0.40	7.0
102	7.0	2	13.0	4.6	0.353	0.5	0.50	0.80	0.55	7.8
103	10.5	3	13.5	4.7	0.348	0.5	0.50	1.00	0.60	7.5
104	14.0	4	14.5	4.8	0.331	0.5	0.55	1.20	0.70	7.7

【0124】表1に示すNは、線速度3.5 m/sを基準とした倍速表示であり、 $N = V/3.5$ である。表1では、各線速度におけるPw、Pbi、Tmp、TtopおよびTlpと、他の全ての線速度におけるそれらとの間に、

$$1 < P_{biH}/P_{biL}, \\ (P_{biH}/P_{wH}) / (P_{biL}/P_{wL}) < 1, \\ 1 \leq T_{mpH}/T_{mpL}, \\ 1 < T_{topH}/T_{topL}, \\ 1 < T_{lpH}/T_{lpL}$$

が成立している。そのため、1～4倍速のすべてにおいて、ジッタが小さくなっている。

【0125】信号を記録したトラックに、線速度3.5 m/sで出力2～7 mWの直流レーザー光を照射して、記録マークの消去を試みた。照射後にCNRを測定したところ、最短信号の信号減衰量は最大で16.5 dBであった。また、上記直流レーザー光を照射したトラックに対

し、線速度3.5 m/sでランダム信号を記録してそのクロックジッタを測定したところ、最小でも約16%であり、再生信号としての使用が不可能であることがわかった。したがって、このサンプルでは情報の書き換えが不可能である。

【0126】直流レーザー光のパワーを7 mWより高くしていくと、記録層が溶融してしまい、レーザー光照射後に非晶質となった。すなわち、レーザーパワーを高くしても、記録層の再結晶化は不可能であった。

【0127】比較例1

実施例1で作製したサンプルについて、記録条件を表2に示すものとしたほかは実施例1と同様な測定を行った。結果を表2に示す。

【0128】

【表2】

ケース No.	V (m/s)	N (V/3.5)	Pw (mW)	Pbi (mW)	Pbi/Pw	Pbo (mW)	Tmp (T)	Ttop (T)	Tlp (T)	ジッタ (%)
201	3.5	1	12.5	4.5	0.360	0.5	0.40	0.60	0.40	7.0
202	7.0	2	13.0	4.3	0.331	0.5	0.50	0.80	0.55	9.5
203	7.0	2	13.0	6.0	0.461	0.5	0.50	0.80	0.55	11.1
204	10.5	3	13.5	4.7	0.348	0.5	0.38	1.00	0.60	12.0
205	14.0	4	12.5	4.6	0.368	0.5	0.55	1.20	0.70	13.0

【0129】表2においてジッタが許容範囲内に収まっているケースNo. 201（1倍速）を基準ケースとして考えると、基準ケースとケースNo. 202（2倍速）との関係では、

$$1 < P_{biH}/P_{biL}$$

が成立していない。また、基準ケースとケースNo. 203（2倍速）との関係では、

$$(P_{biH}/P_{wH}) / (P_{biL}/P_{wL}) < 1$$

が成立していない。また、基準ケースとNo. 204（3

倍速）との関係では、

$$1 \leq T_{mpH}/T_{mpL}$$

が成立していない。また、基準ケースとNo. 205（4倍速）との関係では、

$$(P_{biH}/P_{wH}) / (P_{biL}/P_{wL}) < 1$$

が成立していない。その結果、ケースNo. 202～205のすべてにおいてジッタが許容範囲を超えている。

【0130】

【発明の効果】本発明では、マルチパルス記録におい

て、線速度に応じて記録波形を制御するため、広い線速度範囲においてジッタを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】5T信号およびその記録波形を示すグラフである。

【図2】4T信号の記録波形を示すグラフである。

【図3】3T信号の記録波形を示すグラフである。

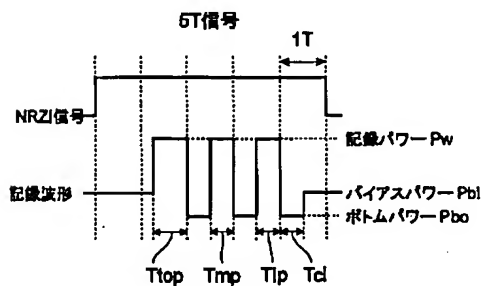
【図4】光記録媒体の構成例を示す断面図である。

【図5】光記録媒体の構成例を示す断面図である。

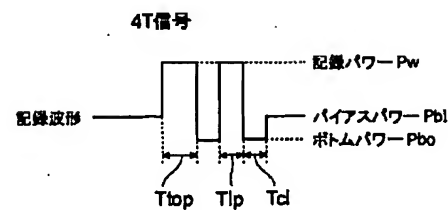
【符号の説明】

- 2 透光性基体
- 20 支持基体
- 2G グループ
- 2L ランド
- 31 第1誘電体層
- 32 第2誘電体層
- 4 記録層
- 5 反射層
- 6 保護層

【図1】

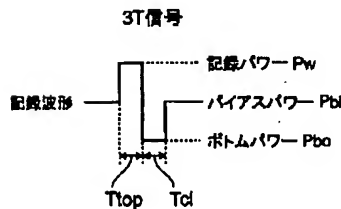


【図2】



【図5】

【図3】



【図4】

